

# 气候变化背景下农业绿色发展能力提升研究

代明慧 于法稳

**摘要:** 气候变化是全人类面临的共同挑战,关乎子孙后代的福祉。农业是温室气体的重要排放源,在改变全球气候方面发挥着重要作用;同时,农业也是受气候变化影响最直接的脆弱产业。气候变化不仅影响农业产能水平,增加农业生产成本,而且会对农业生产环境造成一定影响。在气候变化背景下,提升农业绿色发展能力面临着农业气候风险管理机制不完善、农业气象灾害防御能力较弱、农业气象灾害监测预警系统缺乏以及应急管理能力不足等气候风险,亟须破解生态资源禀赋不足、绿色生产效率低下、技术创新能力不足以及质量监管机制不健全等现实困境。新时代农业绿色发展的根本目标是为 14 亿国人提供安全优质的农产品,同时推动农业生产环境的改善,助力“双碳”目标的实现。提升农业绿色发展能力必须明确其三大核心,即耕地土壤质量的保护、灌溉用水水质的保护以及农作物种质资源的保护。基于农业绿色发展应适应气候变化趋势的思考,全面提升农业绿色发展能力需要从农业基础设施、农业种植结构、农技推广服务、农业气象灾害防控体系等领域着手改善。

**关键词:** 气候变化;农业绿色发展;能力提升;路径

**中图分类号:** F323.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0751(2024)04-0049-08

近年来,气候变化愈加成为国际社会关注的重点及焦点问题。当前气候变化问题日趋严峻紧迫,已经从未来的挑战变成正在发生的危机<sup>[1]</sup>。气候变化所导致的极端天气日益成为全球关注的焦点问题,尤其是气候变化导致的极端天气对农业生产的稳定性带来直接影响。例如,气候变暖将使部分地区水资源短缺加剧,气温和水资源的变化将直接导致极端天气和自然灾害频发,同时也可能间接地诱发作物的病虫害。由此表明,在气候变化背景下,农业气象灾害和作物病虫害风险监测预警能力需要与时俱进,以更好地为农业绿色发展提供支撑与保障。农业绿色生产方式有利于提高农业生产系统与气候资源的匹配度,进而提升农业气候资源利用效率,确保农业稳产增产<sup>[2]</sup>。2022 年中央一号文件首次关

注中长期气候变化对农业的影响,并要求加强相关研究;同时要求推进农业绿色发展,实施生态保护修复重大工程。提升农业绿色发展能力,有利于增强农业生态系统的韧性和可持续性,对有效应对气候变化导致的极端天气具有重要的战略意义。

## 一、气候变化对农业生产的影响

从生态学意义上来讲,狭义的农业生产,也就是种植业生产,首先是一种自然再生产活动,是粮食作物、经济作物、饲料作物和绿肥等农作物,利用太阳能,通过植物的光合作用,将二氧化碳和水合成为有机质,为消费者或者产业发展提供粮食、副食品、饲料和工业原料的生产等。也就是说,农业是与天气

**收稿日期:** 2024-01-25

**基金项目:** 中国社会科学院创新工程“学者资助计划”项目“粮食安全背景下农业的绿色发展研究”(XC2023001);中国社会科学院国家高端智库基础研究项目“气候变化背景下农业农村绿色发展能力提升研究”;生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心基础研究项目“双碳背景下的乡村生态振兴路径研究”。

**作者简介:** 代明慧,女,管理学博士,菏泽学院商学院讲师(山东菏泽 274015)。于法稳,男,通讯作者,中国社会科学院大学应用经济学院教授、博士生导师,中国社会科学院农村发展研究所、生态环境经济研究中心研究员(北京 100732)。

关联性最强的产业,也是受气候影响最大的产业。近些年来,全球气候呈现出明显的多变性、复杂性特点,由此导致的高温干旱、暴雨洪涝等极端天气,对农业生产造成多方面的不利影响,成为农业绿色发展面临的严峻挑战。

### 1. 气候变化影响农业产能水平

众所周知,2022年6月下旬之后在我国南方地区(尤其是长江流域)出现了持续高温现象。持续高温的天数异常偏多的同时,降水量又较常年同期偏少。高温、少雨两个因素相互叠加,导致部分地区旱情较以往更加严重,给农业生产带来严峻挑战,特别是极端天气出现在秋粮作物生产的关键期,对秋季粮食作物生长发育造成了严重的影响。农业对气候变化反应敏感,气候一旦发生变化就会对农业生产带来显著的影响,而且这种影响具有多重性,一方面是影响农业发展的稳定性,另一方面是影响农作物的产量和质量。

从农业生产的基础来看,气候变化通过降水和温度变化,会导致气、土、水、光等要素发生变化,从而缩短农业生态系统中作物生育期,进而抵消作物全年生长期延长的效果,最终对农业生产潜力产生影响。在农业生产过程中,气候变化引起大范围的大气环流异常,会导致农作物害虫成活率提高,虫害发生期和迁入期提前,害虫生长周期延长,农作物病虫害发生的风险增加。同时,干旱少雨天气长时间持续,会造成耕地土壤干旱,降低土壤肥力,引起地表植被退化,加剧土壤盐渍化和土壤荒漠化,进而导致农业生态系统韧性的下降,无疑会增加农业生产系统的不稳定性,进而增加农作物减产风险,最终影响粮食安全。

气候变暖在影响农业产能水平的同时,也会对农产品品质产生一定影响,尤其是二氧化碳浓度升高会对农作物质量造成不同程度的影响。此外,气候变化还会导致持久性农业气象灾害发生频率的增加,影响范围的扩大,最终导致灾害损失的增加。相关统计数据表明,自1990年至2021年,我国平均每年因气象灾害造成的农作物受灾面积达3900万公顷,农业直接经济损失达1500亿元<sup>[3]</sup>。

### 2. 气候变化增加农业生产成本

极端天气的频发,改变了农业生产的自然生态条件,在一定程度上需要增加农业生产成本,以尽可能提升农业应对极端天气的能力。

第一,从生产视角来看,气候变暖会加快土壤有机质的分解速度,导致土壤肥力一定程度的下降。

尽管二氧化碳浓度较高时,有利于增强农作物的光合作用,促进农作物生物量的增加,在一定程度上弥补土壤有机质的减少;但长期处于干旱状态的土壤,又会对生物量的积累和分解造成不同程度的影响。那么,要满足农作物生产对营养的需求,以实现较高的产量,无疑需要施用更多的肥料,这也意味着农业生产投入的增加<sup>[4]</sup>。此外,能源既是农业生产运输的燃料产品,也是化肥、塑料等重要农业生产资料的上游原材料。由于高温天气的影响,能源消耗大幅增加,将进一步加大能源供给压力,从而增加农业生产成本。

第二,气候变暖可能会加剧病虫害的流行和杂草蔓延,需要更大强度的农药施用量,从而增加农业生产成本。近年来,各种病虫害向高纬地区延伸的态势日益明显,病虫害范围日益扩大。所有这些都意味着气候变暖后势必大量施用农药和除草剂,进而增大农业生产经营主体的生产成本<sup>[5]</sup>。

### 3. 气候变化影响农业生产环境

气候变化除对耕地土壤等具有明显影响之外,还会对水资源造成极大影响,进而波及农业生产。一方面,气候变化导致降水更趋极端化,洪涝灾害发生频率增加,这些极端天气加剧了水资源的不均匀性,区域水环境、水生态等问题更加突出。另一方面,高温天气将会导致地表水蒸发量急剧上升,这在一定程度上也会引发土壤有效水分的减少,对农作物生长带来水分胁迫效应。

而且,气候变化背景下异常天气,尤其是极端天气的出现,势必导致农业生产稳定性的下降。对缺水严重的华北、西北地区而言,土地沙化、碱化以及草原退化将会在一定程度上加重,对农业生产环境造成不利影响<sup>[4]</sup>。此外,上面已有所阐述,气候变化背景下,农业生产化肥、农药施用量将会增加。这在当前化肥、农药利用率依然较低的情况下,将会导致一定的农业面源污染;同时,在主要流域范围内,还会影响到流域水质以及城乡饮水安全。

## 二、提升农业绿色发展能力面临的气候风险及现实困境

在气候变化背景下,提高粮食等重要农产品的供给能力,满足人民日益增长的美好生活需要,必须提升农业绿色发展能力。从实践来看,提升农业绿色发展能力依然面临着一系列气候风险和现实困境。

## 1. 提升农业绿色发展能力面临的气候风险

前文已提到,气候变化导致的干旱、洪涝、台风、冰雹等极端天气出现的频率不断增加,其根本原因在于自然力,人类无法控制。但人类可以采取有效措施,降低或者控制极端天气对农业生产的危害。提升农业绿色发展能力面临的气候风险,是指没有采取有效措施或者措施不当导致极端气候对农业带来的风险。

第一,农业气象风险管理机制不全带来的风险。农业气象灾害防治法律法规缺失,现有涉及农业气象灾害的法规大多按灾种分立,缺乏有效衔接。农业气候风险管理责任制不健全,无法将责任真正落实到位;部门之间职责不清,难以有效地开展富有成效的统筹协调工作,仅仅是被动地参与,缺乏解决问题的有效措施;同时,部门之间存在着职责交叉和相互推诿现象。农村社区灾害防治能力较低,难以实现农业气候风险的综合处置,农村社会力量参与防灾减灾救灾制度不完善,公众普遍缺乏应对农业气候风险的常识和技能。

第二,农业气象灾害防御能力不足带来的风险。农业气象灾害预防和救援水平较低,防御基础设施建设落后,部分地区应急专业人才不足,抢险队伍流动性大,基层物资仓库建设以及抢险物资储备缺口较大,难以满足重大、极端灾害抢险救灾的需要。基层防灾抗灾基础薄弱,一些救灾物资储备品种、数量有限,储备方式单一,造成物资的过度损耗。同时,保障救灾物资储备更新、轮换、补偿等方面的制度不健全,难以及时有效地实施灾害救援。

第三,农业气象灾害预警系统缺乏带来的风险。农业气象灾害监测预警手段落后,预警能力较弱,大部分灾害发生在已知隐患点位或比原来预估的危害更严重。农村偏远地区的预警信息服务滞后,紧急避难基础设施严重短缺,尤其是应急通信和交通运输系统不畅,应急措施难以及时有效落实。农业气象灾害预警机制尚不具备,常态化的风险防控制度不完善,对灾害损失评估不足,缺乏科学的评估方法,灾害预警信息发布不顺畅。

第四,农业气象灾害应急能力不足带来的风险。总体来讲,我国农业气象灾害应急设备非常缺乏,同时集中储备模式也存在诸多弊端。例如,近些年来,尽管我国农村道路条件得到有效改善,但管理水平依然偏低,一旦农村出现灾害,急需的救灾物资难以在第一时间及时输送到农村地区,从而失去最佳的救助机会。此外,农业气象灾害应急预案普遍没有

得到应有的关注,而且彼此之间衔接不密切,与实际操作脱节,更缺乏实战演练的检验。

## 2. 提升农业绿色发展能力面临的现实困境

事实上,我国农业绿色发展水平与主要发达国家相比还有一定差距。在气候变化背景下,资源环境问题尤为突出。新发展阶段,提升农业绿色发展能力需要破解要素、效率、技术以及监管等方面存在的现实困境。

第一,生态资源禀赋不足。众所周知,耕地资源、水资源是农业生产的关键要素。但在快速工业化、城镇化进程中,优质耕地、优质水资源都优先配置到城乡生活、工业企业等领域,再加上气候变化的影响,农业绿色发展对水土资源需求与其稀缺性、优质性之间的矛盾日益加剧。更为严重的是,区域用水用地结构失衡、资源利用方式粗放、生产生活污染向农村蔓延,农业生产环境呈现出明显的恶化态势。同时,在农业资源管理制度不健全、资源产权主体缺位背景下,不同主体缺乏节约资源的内生动力<sup>[6]</sup>。近些年来,尽管我国农业面源污染防治工作取得了一些进展,但与农业绿色发展对生态环境健康的要求相比,还存在较大差距。尤其是农业面源污染的影响因素较多,各种元素导致的面源污染相互交叉,而且容易发生迁移转化现象,从而增加了农业面源污染的防治难度。此外,当前农业面源污染防治标准较低,缺乏以污染物削减控制为目标的质量管控标准<sup>[7]</sup>。

第二,绿色生产效率低下。农业绿色发展关注的是绿色生产效率的提升。目前国家层面推行的化学投入品减量增效等行动,如测土配方施肥、耕地质量保护与提升、有机肥替代化肥行动、病虫害的绿色防控等,尽管都取得了一定成效,但由于推广主体为农业农村部门,缺乏广泛的社会参与性,并没有实现预期目的。同时,一些主体对农业面源污染带来的负面影响缺乏充分认识,农业不规范的生产和经营行为得不到指导和监督,不能有效执行农业面源污染防治措施<sup>[7]</sup>。在农业废弃物资源化利用中,由于缺乏有效的激励政策及完善的市场体系,主体缺乏参与的积极性,更缺乏主动性。此外,由于资金投入难以满足农业绿色发展的需要,也在一定程度上影响了农业绿色生产效率的提高。

第三,技术创新能力不足。推动农业生产方式的绿色转型,是实现农业绿色发展的前提,而农业绿色生产技术能为推动农业生产方式绿色转型提供保障。对农业生产经营主体而言,绿色生产技术的采

用一方面会增加其生产成本,另一方面在短期内会导致农产品产量下降,而优质农产品实现不了优价,影响其经营性收入。依据环境规制的相关要求,农业生产经营主体若采取污染防治措施,也会增加其生产投入成本。例如,农药包装废弃物回收处置的环保配套设施不完善,也急需专业环保设施进行处置<sup>[8]</sup>。此外,气候变化影响技术的区域适宜性,需要加大生产技术的创新力度,为提升农业绿色发展能力提供保障。

第四,质量监管机制不健全。一方面,我国农产品质量安全管理机构涉及农业、卫生、市场监管、环境等多个部门,容易造成多头管理、环节缺失的局面<sup>[9]</sup>。农产品质量安全管理弱化,尚未形成系统性的农产品质量安全管理机制,缺乏针对性的具体控制措施。另一方面,农产品质量安全标准不统一,多部门制定的农产品质量安全标准缺少层级间的有效对接,标准化程度较低。农产品质量分级标准目的不明确,有些类别的标准之间存在着重复和交叉现象,而另一些类别依然还没有制定相应的标准。同时,农产品质量安全标准的实施能力较弱,多数农产品没有地方化的质量安全标准,缺乏标准化示范区,标准化建设资金扶持力度不足。此外,农产品质量安全监管基础薄弱,部分农产品尚未纳入风险监测和监督检查范围。尤其是农产品市场监管不严,对农产品的冷藏、冷链、分装、运输等整体流通过程监管力度不足。基层监管力量有限,缺乏明确的质量安全监督主体,一些外地农产品零售经营还未纳入常规监管。农产品质量安全监管制度不完善,导致农产品全过程的覆盖监管工作难以开展。大多数生产企业与合作社没有专业的质量监管人员,无法落实监管任务。当农产品出现质量安全事件后,难以进行信息回溯和风险排查,不能及时识别出农产品存在的质量安全隐患信息,也无法确认引发安全事件的责任主体。

### 三、提升农业绿色发展能力的目标瞄准及核心关注点

改革开放40多年来,我国农业发展实现了高速增长,从数量上解决了供应不足的问题,但在质量、结构等方面发展不平衡不充分的问题非常突出,需要大力推进农业绿色发展。尤其是在气候变化背景下,全面提升农业绿色发展能力,需要明确新时代农业绿色发展的目标和核心。

#### 1. 提升农业绿色发展能力的目标瞄准

农业绿色发展可以通过农业生产环境系统的健康与可持续发展,实现其最根本的目标,即提供优质安全的农产品。此外,提升农业绿色发展能力还应注重农业生产环境改善,提升生产环境健康水平;同时还需要助力“双碳”目标的实现。

第一,推动生产方式绿色转型,提高生态农产品供给能力。在2016年中央经济工作会议上,习近平总书记指出推进农业供给侧结构性改革,要把增加绿色优质农产品供给放在突出位置。当前,人民群众对农产品的品质、品相、品味要求不断提高,对农产品安全性的关注度与日俱增,农产品消费市场的需求特点,倒逼了农业生产的绿色转型<sup>[10]</sup>。推进农业绿色发展,提高优质安全健康生态农产品的供给能力,实现农产品供给由主要满足“量”的需求向更加注重“质”的需求转变<sup>[1]</sup>,以满足人民群众日益增长的美好生活需要。

第二,改善农业生产环境质量,提高生产环境的健康水平。农业生产环境与农业绿色发展之间具有双向作用。一方面,基于生产视角,农业绿色发展需要有一个健康的生态环境,特别是优质的水土资源,为农产品质量安全提供生态保障;另一方面,基于环境视角,农业绿色发展中通过采用有机肥替代化肥、病虫害生物防控等绿色生产技术,或者种植业与养殖业紧密结合的循环型生态农业模式,减少农业生产过程中对环境的负向影响,保障农业绿色发展方式对环境是友好的,进而改善和提升农业生产环境质量。

第三,助力“双碳”目标的实现,提升大气环境健康水平。农业是二氧化碳等温室气体排放的第二大产业。转变农业生产方式,推进农业绿色发展,从源头上减少农业碳排放,同时,注重发挥农业生态系统的碳汇功能,也是有助于“双碳”目标实现的有效路径。从实现“双碳”目标的实践来看,我国对于二氧化碳的减排较为重视,而对非二氧化碳的碳源没有给予足够的关注。甲烷是仅次于二氧化碳的第二大温室气体,主要来源于稻田。为此,需要充分重视稻谷生产中甲烷的控排,以助力“双碳”目标的实现。

#### 2. 提升农业绿色发展能力的核心关注点

从理论上讲,要实现农业绿色发展,提升优质、安全、健康农产品的供给能力,为消费者健康提供最有效的保障,必须保持健康优质的耕地土壤、灌溉用水水质、农作物种子,这是农业绿色发展的三大

核心。

第一,耕地土壤质量的保护与健康水平的提升。生态学意义上的生产是指绿色植物利用太阳能通过光合作用将二氧化碳和水转化为有机物,并释放氧气的过程。农业生产最基本的投入要素之一是耕地资源,也就是说,农业生产既是耕地资源的使用过程,也是改变其质态的过程<sup>[11]</sup>。从人类发展的历史来看,农业是人类社会最古老且在社会经济中占主导地位持续时间最长的产业。在这个漫长的过程中,农业生产与耕地资源之间相互影响,共同演变。换句话说,环境友好的农业生产方式,有助于耕地资源的保护;反过来,优质的耕地土壤,可以为农业生产提供保障,确保农产品质量的优质安全,进而推动农业绿色发展。

农业绿色发展最根本的目标在于,为14亿国人提供优质、安全的生态农产品,满足人民日益增长的美好生活需要,更好地破解新时代社会主要矛盾<sup>[1]</sup>。正如上面所阐述,耕地土壤质量决定着农产品的品质。因此,农业绿色发展的核心问题之一就是耕地资源的保护,不但要保护一定数量的优质耕地,更重要的是耕地土壤质量的保护,更好地提升耕地土壤的健康水平,助力健康中国战略目标的实现。

第二,灌溉用水水质的保护与利用效率的提高。水资源是农业生产的另一个重要投入要素,灌溉用水水质保护也是农业绿色发展的另一个核心。与耕地资源保护一样,农业绿色生产方式,有助于水资源的保护;反过来,优质的灌溉用水,也可以为农业绿色发展提供质量保障,尤其是优质安全的生态农产品,更需要优质的灌溉用水。因此,提升农业绿色发展能力,应瞄准的第二个核心就是灌溉用水水质的保护。

我国水资源存在着资源性缺水、工程性缺水以及水质性缺水三种状况。在此背景之下,优质水资源自然在满足城乡居民生活用水的前提下,被配置到工业企业、生态环境以及农业生产领域,由此导致农业生产领域优质水资源的短缺。为此,一方面应注重灌溉用水水质的保护,另一方面应注重稀缺水资源利用效率的提高。

第三,作物种子的技术创新与种质资源的保护。农业生产中种子的重要性是不言而喻的,没有种子就无法实现农产品的供给。种子是农业生产最基本、最主要的生产资料,它是农业生产资料中比较特殊、不可替代的部分,也是各项农业技术、农业生产

资料发挥作用的载体,市场化之后种子已成为一种科技含量较高的特殊商品<sup>[12]</sup>。

众所周知,我国传统的农业自古以来就是精耕细种,在农村改革开放之前及初期,农业生产所用种子都是农户从祖辈传下来的自留种子,挑选的种子都是产量最高、品相最好的。目前,农业生产只能依靠商品化的种子,这些种子无法留种,难以实现持续利用,农户每年购买种子也增加了农业生产成本。况且,种子的主动权一旦被国外种子集团所控制,将会对国家粮食安全产生巨大影响。特别是,近些年来争论较大的转基因种子问题,转基因产品是否对人类具有危害,目前做任何结论都为时尚早。当前需要做的是,国家在转基因理论研究方面加大资金投入,实现转基因技术储备,保障我国转基因理论与技术不落后,为未来适当时机转基因技术的应用实践做好准备。

习近平总书记指出,中国人的饭碗要牢牢端在自己手中,就必须把种子牢牢攥在自己手里。粮食安全是“国之大者”,而种子作为粮食的“芯片”,事关中国粮食安全、生态安全、国家安全。为此,应加大育种核心技术创新,加快解决制约种业发展的关键问题,加强良种技术攻关,为端稳端牢中国饭碗、实现农业绿色发展提供坚实支撑<sup>[13]</sup>。

#### 四、气候变化背景下提升农业绿色发展能力的路径

农业是与自然环境联系最为紧密的产业,也是受自然影响最直接的产业。我国是全球气候变化的敏感区和影响显著区,气候变化速率明显高于同期全球平均水平,需要高度重视气候变化对农业生产的挑战,特别是气候变化对农产品供给带来的冲击。针对气候变化趋势,探索提升农业绿色发展能力的路径,对提高农业生产抵御气候变化风险的能力具有重要意义。

##### 1. 坚持气候适应性的原则,因地制宜推动农业绿色发展

气候变化在未来一定时期内可能会成为一种常态,在此背景下,农业绿色发展将面临上述的气候风险与挑战。为此,应基于气候变化的趋势及特点,选择相应的农业绿色发展模式。

第一,开展新时代农业气候区划。应根据气候变化的趋势及特点,以及建设农业强国、实现农业农村现代化的时代需求,适时启动新一轮全国农业气

候资源普查和农业气候区划工作,为我国的农业生产布局优化、种植结构调整提供数据基础<sup>[14]</sup>。特别是,要重视在全球气候变化背景下,农业种植气候带的北移等问题。因地制宜地调整种植结构、农作物布局和品种布局,改进传统农作物耕作方式,调整耕作制度。

第二,科学合理规划农业生产布局。科学分析气候变化带来的“种植带北移”问题,因地制宜、因气候制宜调整作物播期,充分利用气候变暖带来的额外热量资源,减轻气象灾害的影响,增强农业生产系统的高效性和稳定性<sup>[14]</sup>。为此,新时代气候变化背景下,应对农业生产进行科学布局,以更充分地利用气候优势,全面提升农业产能水平。

第三,建立气候适应型农业示范区。基于气候变化的趋势及特点,因地制宜发展气候适应型农业。首先,优化土地利用方式。通过秸秆还田、休耕轮作等土地利用方式的改变,推进气候适应型农业建设。建立气候适应型农业试点示范区,加强区域农业碳减排合作,推行碳市场交易机制,将减排效应转化为经济效益。其次,优化农业发展模式。采取保护性耕作和标准化养殖方式,通过农业规范化生产、化肥农药的科学施用,实现畜禽养殖污染防治、秸秆综合利用等。采取种养结合的循环型生态农业模式,促进农业生产环境的改善,提升农业生产环境健康水平。再次,制定气候适应型农业的支持政策,以及农业应对气候变化的相关法律法规,为提升农业应对气候变化能力提供有效保障。最后,建立农业气象灾害保险制度。有效发挥政府与市场的作用,在明确不同参与主体的责任和权利基础上,逐步建立完善风险共担的自控制度,同时,依据农业绿色发展的新特点,对农业保险产品和服务进行创新,以有效规避农业气候变化风险。

## 2. 完善农业基础设施体系,全面提升应对气候变化能力

加强农业基础设施建设,特别是完善农田水利设施体系,是提升农业应对气候风险能力的重要措施。2021年秋,强降雨给河南、山东、安徽等粮食主产区的秋收、秋播造成了巨大影响,最根本原因就在于农田排涝设施的严重缺失。

第一,完善农田水利设施体系。无论是在高标准农田建设,还是在土地整理项目实施中,不仅要注重农田灌溉设施建设,更要注重排涝设施建设。一方面,完善灌排体系,特别是改善灌溉和排水设施,加强渠系固化防渗、浅层地下水开发和配套工程建

设,优化灌渠的输水功能,提高抗旱排涝的能力,真正做到旱能灌、涝能排,切实降低旱涝受灾及成灾率。另一方面,基于对区域水资源状况的系统考察及科学分析,因地制宜做好区域地下水、地表水利用设施的连通,提高水利对农业绿色发展的支撑能力,以及应对极端天气的能力。此外,应依据农田水利设施建设标准,严格农田水利设施和高标准农田建设中的水利工程的验收。同时,采取相应的制度保障,如灌溉用电应以农用电价格执行,确保农田水利设施功能正常发挥并实现可持续性。

第二,因地制宜推广节水灌溉技术。一方面,基于区域农业生产、水资源状况,采取相应的节水灌溉技术。在农业水资源日益短缺的背景下,应因地制宜推行农业节水灌溉、地膜和秸秆覆盖等技术措施、农艺措施等,以有效提升地温和减少土壤水分的蒸发。另一方面,在适宜区域选择推广大棚灌溉等农艺措施,如物联网智能控制大棚、光催化杀菌养殖专用大棚、农田滴灌施肥设备、播种育苗设施等先进技术。此外,在干旱缺水的山区、丘陵地区,因地制宜建设一批蓄水塘库,将雨季降水及时收集起来,以用于农业生产用水之时进行补充灌溉。同时,开展坡改梯、沟坝地等高标准农田基本建设<sup>[15]</sup>,以提高耕地土壤的产能水平。

## 3. 加强技术推广及制度优化,推动农业种植结构调整

提升农业绿色发展能力,是有效规避气候变化背景下极端天气灾害风险的有效路径。通过加强技术推广及制度优化,调整农业产业结构,可以有效降低气候变化给农业绿色发展带来的不利影响。

第一,开展新品种技术研发推广。“十四五”乃至未来更长时期,气候变化将会成为一种常态,由此导致的极端天气将是农业绿色发展面临的严峻形势之一。为此,一是立足技术创新,依据气候变化背景下极端天气的新特点,坚持因地制宜原则研发气候适应性强的农作物种子;二是基于区域农业发展的实际,选择出区域适宜性强并适应极端天气条件(高温、涝渍、低温等)的种质资源,采取有效措施加以保护与利用<sup>[14]</sup>;三是科学适度引入适应气候变化的新品种,选育耐干旱、耐高温、抗病虫害、抗严寒等抗逆性强的优质农作物品种。

第二,创新耕作制度,调整农作物种植结构。一是创新耕作制度。耕作制度是适应气候变化最重要的技术手段之一。针对气候变化背景下热量资源的增加,可以发挥复种指数增加的优势,推动耕作制度

创新,优化农作物空间布局,同时有效规避高温热害、干热风、干旱等不利因素的影响,提升耕地土壤产能水平,为国家粮食安全提供有效保障;二是优化调整农作物种植结构,以合理利用气候资源而规避气候变化带来的风险。我国气候类型多样,尤其是在气候变化背景下,不同气候类型区域气候特点发生变化,应对气候变化背景下不同气候类型区气候特点进行研究,为农作物种植结构调整提供科学依据及决策参考。

第三,加强农业生产的田间管理。田间管理是提升农业产能水平的有效措施之一,应因地制宜地采取农艺、生态等有效措施,全面提升农业绿色发展能力。为此,一是注重农艺措施的应用。根据区域农业生产的实际及生态环境条件,坚持区域适宜性原则,选择相应的方法及措施。例如,采用地膜栽培等抗旱技术,实施秸秆及杂草等的覆盖、遮阴技术,以减少土壤水分的蒸发<sup>[16]</sup>。又如,在施肥方面,依据农作物肥料需求规律,推广使用适时、少量、多次追肥方法,增强作物的抗逆性和耐旱力,在为农作物提供养分的同时,也减少农业面源污染的流量。二是注重耕作制度的创新。基于区域农业生产的生态资源条件和气候条件,因地制宜推行农作物间作,创新耕作制度。例如,北方地区应充分利用区域的热量条件,适当增加多熟制种植区域,以提高农作物播种面积和单产,提升耕地土壤产能水平;南方地区则应选择耐高温、耐病虫害的作物新品种,选用生育期较长、产量潜力较高的中晚熟品种替代生育期较短、产量潜力较低的早中熟品种。

#### 4. 注重农业技术推广体系建设,提高服务能力与水平

将农业科技转化为农业现实生产力,是提升农业科技贡献率的有效途径,也是提升农业绿色发展能力的重要措施与保障。要实现上述转化,农业技术推广是重要的桥梁和纽带。因此,在气候变化背景下,高质量的农技推广服务,对提升农业绿色发展能力具有重要意义。

第一,加强新技术的推广。提升农业绿色发展能力,农业绿色技术是重要保障。依据区域农业绿色发展实际以及区域自然生态条件,因地制宜推广农业绿色生产技术。在此过程中,一是以实效为导向,加强基层农技推广服务体系建设。二是采取多种形式,以需求为导向,有针对性地对新型农业经营主体进行绿色新技术、新品种、新模式的培训,提升他们从事农业绿色生产的能力及水平。

第二,规范农业技术标准。进一步规范农业技术标准,从自然地理环境、气候特征、社会经济发展水平等不同方面考虑区域差异性,形成农业应对气候变化的地区异质性技术模式。优化能源使用结构,支持使用太阳能、风能、生物质能等新型清洁能源,减少温室气体排放。推广农业生物工程技术,增强农业气候变化适应能力。

第三,强化人才队伍建设。有效的农技推广服务,需要有一支既具有专业知识又具有实干精神的人才队伍。为此,应基于气候变化背景下农业绿色发展能力的提升,采取有效措施,建立一支对农业有情怀、对农民有情感、对农村有情愫的专业人才队伍,为提升农业绿色发展能力提供智力保障。

#### 5. 构建气象灾害防控体系,提升服务农业绿色发展的能力

加强农业气象灾害监测,逐步建立完善的农业气象灾害防控体系,提升应对干旱、洪涝、低温、农作物重大病虫害等灾害的能力<sup>[15]</sup>,是提升农业绿色发展能力的重要内容,也是主要措施之一。

第一,构建极端天气监测预警平台。构建灾害性天气监测预警平台,推动农业气象灾害预警与响应能力建设,完善极端气象灾害风险评估与监测预报服务,充分应用物联网、云计算、大数据等现代信息技术,加强对各地区的气候变化状况,特别是极端天气的监测和预报。

第二,建立部门之间联动联防机制。农业应对气候变化是一项复杂的系统工程,参与主体具有多元化特点,需要有效的协同机制提供保障。为此,农业农村、水利、气象、民政、科技等部门应提升对农业应对气候变化协同行动的认知,并建立有效的农业灾害应急联动联防机制,以及农业气象监测信息共享平台,充分发挥政府相关部门的专业职能作用和联合效应。同时,健全农业气象灾害应急处置机制,最大限度地减少灾害损失。

第三,强化气象部门服务保障作用。气象部门应将服务农业绿色发展作为重要的任务之一,并与其他部门进行有效协作,提供更为有效的坚实保障。一是强化气象部门的服务意识,提升监测预警服务水平。站在建设农业强国的战略高度,强化各级气象部门的服务意识,基于农业技术部门提供的农作物生长发育情况、高温天气和土壤墒情等关键信息,建立监测预警体系,提升监测预警服务水平。二是建立健全气象部门与农业农村部门之间的沟通会商机制。组织专家深入田间地头调研,开展直通式气

象服务。充分利用现代信息化技术,提高气象预测预报的精准度,并利用多媒体渠道实时发布预警信息。

#### 参考文献

- [1] 于法稳,林珊.碳达峰、碳中和目标下农业绿色发展的理论阐述及实现路径[J].广东社会科学,2022(2):24-32.
- [2] 于法稳,郑玉雨.农业绿色发展的时代价值与路径选择[J].农村金融研究,2022(7):10-21.
- [3] 包晓斌.农业生产如何更好应对气候变化风险? [N].中国环境报,2023-08-21(3).
- [4] 胡江玲,满苏尔·沙比提,娜斯曼·那斯尔丁.新疆阿图什市气候变化特征及其对农业生产的影响[J].干旱地区农业研究,2010(4):258-263.
- [5] 姚润丰.气候变暖将使未来我国农业成本和投资大幅度增加[J].草业科学,2004(6):50.
- [6] 包晓斌.乡村生态振兴:总体目标、重点任务与推进对策[J].湖湘论坛,2023(5):45-55.
- [7] 包晓斌.种植业面源污染防治对策研究[J].重庆社会科学,2019(10):6-16.
- [8] 于法稳.新时代生态农业发展亟需解决哪些问题[J].人民论坛·学术前沿,2019(19):14-23.
- [9] 韩青.以数字乡村建设保障农产品质量安全[J].国家治理,2021(20):27-30.
- [10] 于法稳.新时代农业绿色发展动因、核心及对策研究[J].中国农村经济,2018(5):19-34.
- [11] 于法稳,郑玉雨,林珊,等.农业绿色发展的资源环境:改善路径及对策:基于3821个农户认知的视角[J].经济研究参考,2022(4):27-41.
- [12] 周曙东,靖飞.中国农作物种子工作法律体系现状及建议[J].种子,2006(10):99-102.
- [13] 王慧峰.一粒种子,让中国的饭碗端得更牢[N].人民政协报,2022-06-06(3).
- [14] 钱凤魁,王文涛,刘燕华.农业领域应对气候变化的适应措施与对策[J].中国人口·资源与环境,2014(5):19-24.
- [15] 闫泓.高温叠加干旱 农业生产面临挑战[N].中国气象报,2022-08-19(1).
- [16] 刘知宜.应对极端天气是未来农业发展的“必修课”[N].农民日报,2022-09-08(8).

## Research on Enhancing Agricultural Green Development Capability Under the Background of Climate Change

Dai Minghui Yu Faven

**Abstract:** Climate change is a common challenge faced by all humanity and concerns the well-being of future generations. Agriculture is an important source of greenhouse gas emissions and plays a crucial role in changing the global climate. Meanwhile, agriculture is also the most vulnerable industry directly affected by climate change. Climate change not only affects the level of agricultural production capacity and increases agricultural production costs, but also has a certain impact on the agricultural production environment. In the context of climate change, enhancing the green development capacity of agriculture faces climate risks such as incomplete agricultural climate risk management mechanisms, weak defense capabilities for agricultural meteorological disasters, lack of monitoring and early warning systems for agricultural meteorological disasters, and insufficient emergency management capabilities. It is urgent to solve the practical difficulties of insufficient ecological resource endowments, low green production efficiency, insufficient technological innovation capabilities, and inadequate quality supervision mechanisms. The fundamental goal of green development in agriculture in the new era is to provide safe and high-quality agricultural products for 1.4 billion Chinese people, while promoting the improvement of agricultural production environment and helping to achieve the “dual carbon” goal. To enhance the green development capacity of agriculture, it is necessary to clarify its three core areas, namely the protection of soil quality in cultivated land, the protection of irrigation water quality, and the protection of crop germplasm resources. Based on the consideration that agricultural green development should adapt to the trend of climate change, it is necessary to comprehensively enhance the capacity of agricultural green development from the aspects of agricultural infrastructure, agricultural planting structure, agricultural technology promotion services, and agricultural meteorological disaster prevention and control system.

**Key words:** climate change; green development of agriculture; improvement of capacity; path

责任编辑:澍文